

Medida de actividades enzimáticas y poblaciones microbianas en suelos sometidos a remediación por bentonita tras contaminación por Cd y Pb

María García Ledesma
Facultad de Farmacia
Universidad Complutense de Madrid, Plz. Ramón y Cajal s/n, 28040 Madrid, España
margar03@ucm.es



INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La contaminación por metales pesados en los suelos ha incrementado tras el crecimiento de las áreas urbanas. Los metales pesados son unos de los contaminantes más tóxicos que pueden estar presentes en los suelos, entre ellos, se encuentran el cadmio (Cd) y el plomo (Pb). El suelo, componente esencial de la biosfera, actúa como soporte físico de plantas y seres vivos y forma parte de los ecosistemas en estrecha relación con el medio acuático y el medio atmosférico. La importancia de sus funciones productivas, su indiscutible valor social junto con su naturaleza no renovable a corto plazo, hacen que este recurso deba ser controlado, preservado y remediado de daños. Las propiedades del suelo se pueden ver modificadas por la contaminación, por lo que se utilizan como indicadores de estrés ecológico en todo tipo de ecosistemas. Uno de los indicadores que se utiliza es el análisis de diferentes actividades enzimáticas. Por otra parte, la aplicación de técnicas enzimáticas, se ha utilizado en la evaluación de suelos sometidos a procesos de remediación. Entre los procesos de remediación se encuentra la estabilización *in situ* de metales pesados como, por ejemplo, la aplicación de bentonita. La bentonita es un aluminosilicato que pertenece al grupo de arcillas expandibles tipo montmorillonita. Es un adsorbente para metales pesados, especialmente para Pb y Cd. **El objetivo de este trabajo es realizar una revisión bibliográfica de artículos científicos, sobre suelos contaminados por Cd y Pb y sometidos a remediación con bentonita. Se evalúa la efectividad de la remediación por la valoración ecotoxicológica (actividades enzimáticas y poblaciones microbianas) realizada en los suelos remediados. Además, se identificarán las necesidades de investigación y se sugerirán futuras direcciones para la investigación.**

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo una revisión de artículos científicos (*) de la última década, utilizando la base de datos Science Direct. En el trabajo escogido (**), se seleccionaron suelos agrícolas periurbanos no contaminados pero que, potencialmente, podrían estarlo debido a su ubicación. Por ello, las muestras de suelo fueron contaminadas artificialmente con el fin de simular una contaminación potencial utilizando Cd y Pb. El adsorbente utilizado, bentonita se incorporó en las muestras de suelo con las siguientes proporciones: 0%, 0,5%, 1% 3% y 5%. Se llevó a cabo extracción secuencial de Tessier para determinar las fracciones presentes en los suelos. También, se determinaron diversas actividades enzimáticas y poblaciones microbianas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

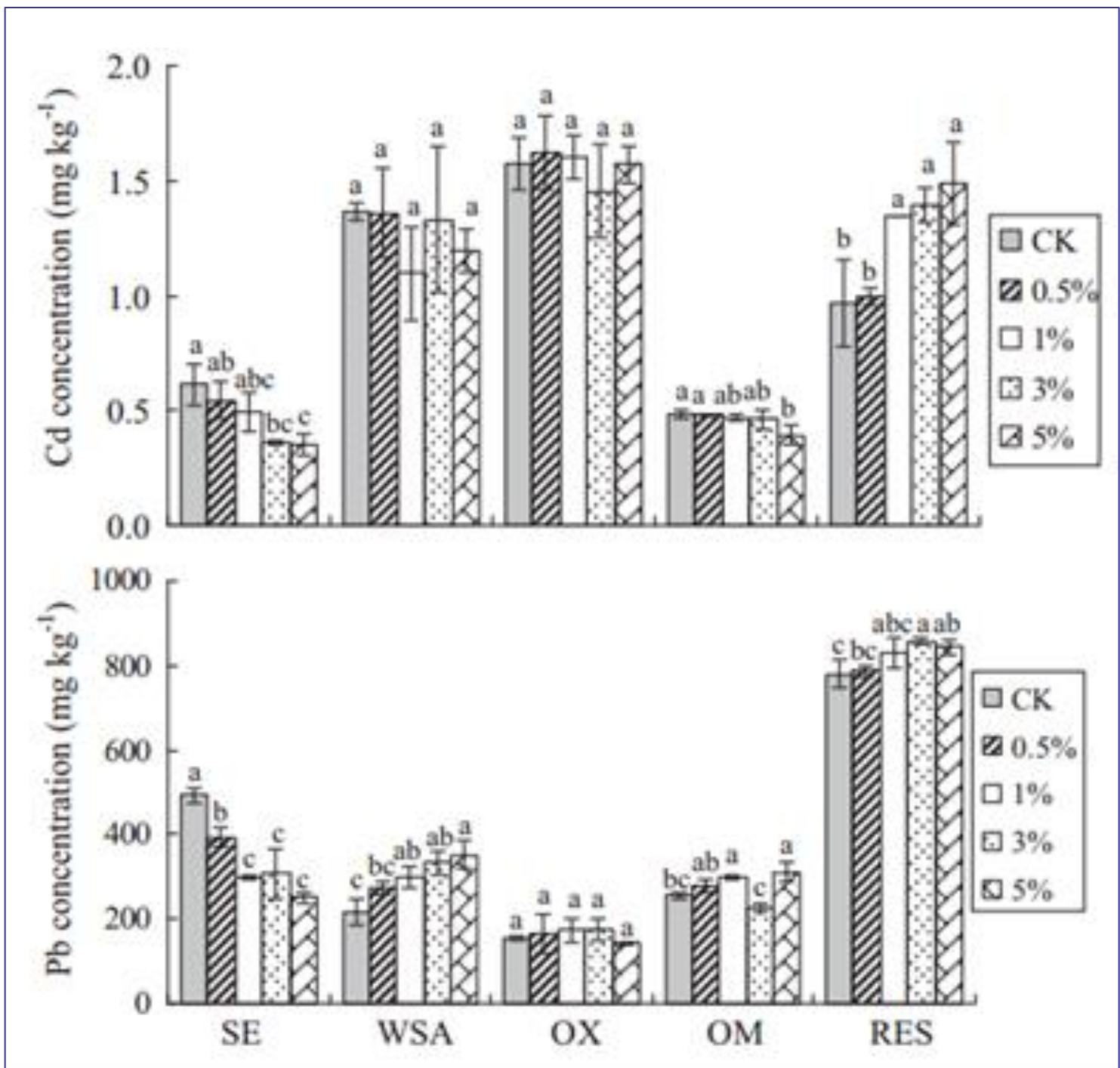


Fig. 1. Fracciones de Cd y Pb bajo diferentes tratamientos con bentonita. CK=suelo control; SE=soluble agua; WSA=unido a carbonato; OX=unido a Fe-Mn óxidos; MO=unido a MO; RES=residual. Nota: Las letras sobre el diagrama de barras se refieren a diferencias significativas ($P < 0,05$).

Tratamiento	Cantidad microbiana CFU g ⁻¹		
	Bacterias (10 ⁷)	Hongos (10 ⁴)	Actinomicetos (10 ⁶)
CK	1.43 ± 0.04 a	3.66 ± 1.18 ab	1.43 ± 0.28 a
0,5%	1.45 ± 0.11 a	5.19 ± 0.33 a	1.50 ± 0.15 a
1%	1.63 ± 0.18 a	5.26 ± 0.33 a	1.14 ± 0.08 ab
3%	1.79 ± 0.26 a	4.21 ± 0.62 ab	1.02 ± 0.35 ab
5%	1.59 ± 0.08 a	3.05 ± 0.28 b	0.74 ± 0.09 b

Tabla 1. Cantidad de microorganismos presentes en las muestra de suelo tras la aplicación de bentonita, representado CK la muestra de suelo control.

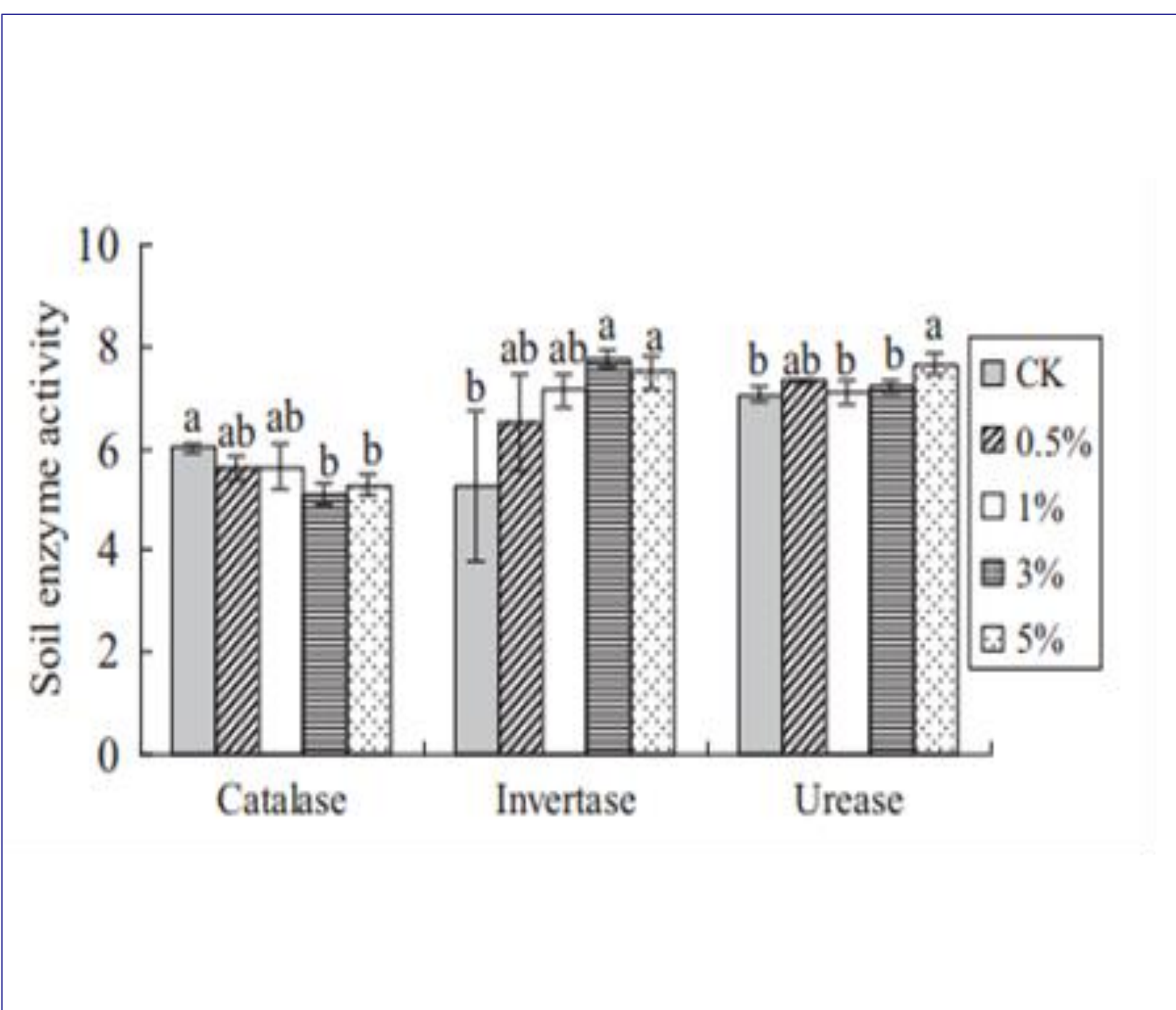


Fig 2. Actividades enzimáticas bajo los diferentes tratamientos de aplicación de bentonita, CK=suelo control. Nota: Las letras sobre el diagrama de barras se refieren a diferencias significativas ($P < 0,05$).

Como se muestra en la Figura 1. al aplicar bentonita disminuyó la concentración Cd intercambiable pero aumentó la de Cd residual, lo que indica que el Cd intercambiable se convirtió, en su mayoría en Cd residual (menos disponible). Con respecto al Pb, la bentonita convierte el Pb intercambiable en distintas fracciones poco disponibles. La alta inmovilización de Cd y Pb en formas no disponibles indicó que la bentonita tiene un alto potencial de estabilización de metales pesados en los suelos contaminados. Respecto a la Figura 2, las altas actividades invertasa y ureasa registradas en los suelos enmendados pusieron de manifiesto un buen estado funcional del suelo y, por tanto, la determinación de estas actividades enzimáticas supone una correcta herramienta para ser utilizada en la evaluación de la recuperación de suelos contaminados por metales pesados tras la remediación por estabilización mediante técnicas de adsorción. Por último, como se muestra en la Tabla 1. las poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos, en primer lugar aumentaron y después disminuyeron, con el aumento del contenido en bentonita. Los efectos positivos de la bentonita en los componentes microbianos pueden ser atribuidos a la reducción de la toxicidad de los metales por la enmienda.

CONCLUSIONES

El uso de bentonita, para inmovilizar metales pesados, ha resultado una técnica efectiva en la remediación de suelos contaminados. La enmienda restaura las propiedades funcionales del suelo tal y como se refleja en la actividad de las enzimas y la población microbiana. Estos resultados abren la puerta a futuras investigaciones donde la aplicación de bentonita puede ser una solución rentable y sostenible para la remediación *in situ* de suelos contaminados por metales pesados.

BIBLIOGRAFÍA:

- (*) Hamidpour, M.; Kalbasi, M.; Afyuni, M.; Shariatmadari, H.; Holm, P.E.; Hansen, G.C.B.; 2010. Sorption hysteresis of Cd (II) and Pb (II) on natural zeolite and bentonite. J. Hazard. Mater. 181, 686-691.
(*) Karapinar, N.; Donat, R.; 2009. Adsorption behaviour of Cu²⁺ and Cd²⁺ onto natural bentonite. Desalination 249, 123-129.
(*) Li, J.F.; Li, Y.M.; Meng, Q.L.; 2010. Removal of nitrate by zero-valent iron and pillared bentonite. J. Hazard. Mater. 174, 188-193.
(**) Sun, Yuebing; Li, Ye; Xu, Yingming; Liang, Xuefeng; Wang, Lin; 2015. *In situ* stabilization remediation of cadmium (Cd) and lead (Pb) co-contaminated paddy soil using bentonite, Applied Clay Science 105-106, 200-206.
(*) Zhou, Q.X., Song, Y.F., 2004. Principles and Methods of Contaminated Soil Remediation. Science Press, Beijing, China